

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-169905

⑬ Int.Cl.⁴

H 01 F 1/14
C 22 C 38/00
H 01 F 10/14

識別記号

3 0 3

庁内整理番号

Z-7354-5E
V-6813-4K
7354-5E

⑭ 公開 平成1年(1989)7月5日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全12頁)

⑮ 発明の名称 チョークコイル用磁心

⑯ 特 願 昭62-328123

⑰ 出 願 昭62(1987)12月24日

⑱ 発 明 者 吉 沢 克 仁

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料
研究所内

⑲ 発 明 者 山 内 清 隆

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社磁性材料
研究所内

⑳ 出 願 人 日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

明 細 書

1 発 明 の 名 称

チョークコイル用磁心

2 特 許 請 求 の 範 囲

(1) 一般式

$(\text{Fe}_{1-a}\text{M}_a)_{100-x-y-z-\alpha-\beta-\gamma}\text{Cu}_x\text{Si}_y\text{B}_z\text{M}'_\alpha\text{M}''_\beta\text{X}_\gamma$
(原子%)

(ただし、MはCo及び/又はNiであり、M'はNb, Ta, Zr, Hf, Ti及びMoからなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、M''はV, Cr, Mn, Al, 白金族元素, Se, Y, Au, Zn, Sn, Re, Agからなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、XはC, Ge, P, Ga, Sb, In, BiおよびAsからなる群から選ばれた少なくとも1種の元素であり、a, x, y, z, α, β及びγはそれぞれ、

$0 \leq a \leq 0.3, 0.1 \leq x \leq 3.0, 0 \leq y \leq 25,$

$3 \leq z \leq 17, 10 \leq y+z \leq 30, 0.1 \leq \alpha \leq 10,$

$0 \leq \beta \leq 10, 0 \leq \gamma \leq 10$ を満たす。)

により表わされる組成を有し、組織の少なくとも50%が微細なbcc Fe固溶体の結晶粒からな

り、各結晶粒の最大寸法で測定した粒径の平均が1000Å以下である合金薄帯あるいは合金膜から形成された磁心において、磁路の少なくとも1箇所以上にギャップをもうけたことを特徴とするチョークコイル用磁心。

(2) 磁心が含浸されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のチョークコイル用磁心。

(3) ギャップ部にスペーサーを配置したことを特徴とする特許請求の範囲第1項並びに第2項に記載のチョークコイル用磁心。

(4) スペーサーにフェライト磁心を用い非線形特性としたことを特徴とする特許請求の範囲第3項に記載のチョークコイル用磁心。

(5) 前記磁心と高透磁率磁心とを複合し、非線形特性としたことを特徴とするチョークコイル用磁心。

(6) 前記高透磁率磁心がフェライトボビンあるいはケースであることを特徴とする特許請求の範囲第5項に記載のチョークコイル用磁心。

- (7) 前記高透磁率磁心をギャップ近傍に配置したことを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のチョークコイル用磁心。
- (8) 磁心の1部がつながるように部分的にギャップを形成し、非線形特性としたことを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第3項に記載のチョークコイル用磁心。
- (9) ギャップ部に永久磁石を配置したことを特徴とする特許請求の範囲第1項並びに第2項に記載のチョークコイル用磁心。
- (10) 前記合金薄帯を巻回したトロイダル巻磁心において、巻磁心の高さ方向に複数個の巻磁心が重ね合わされ一体化された構造であることを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第9項に記載のチョークコイル用磁心。

3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はスイッチング電源等の平滑回路や、ノーマルモードのノイズや信号を除却する等の用途に使用するのに好適なチョークコイル用磁心に関する。

ある。一方、ギャップ付きのCo基アモルファス磁心は、飽和磁束密度が通常10KG以下であり、直流重畳特性はMoパーマロイ圧粉磁心等と同様十分ではない。

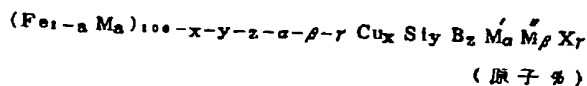
また、ノイズフィルタ等に用いられるノーマルモードチョークコイル用の磁心としては、従来、金属系の鉄圧粉磁心が主に用いられていたが、これらの磁心も透磁率が低く、直流重畳特性も悪いため満足すべき特性とは言い難い。

本発明の目的は、透磁率の周波数特性、直流重畳特性、温度特性に優れ、かつコア損失が小さい新規のチョークコイル用磁心を提供することを目指す。

〔問題点を解決するための手段〕

上記問題点を解決するために鋭意研究の結果、本発明者等は、

組成式：



(ただし、MはCo及び/又はNiであり、M'は

するものである。

〔従来の技術〕

従来、平滑チョークコイル用磁心としては、ギャップ付きのケイ素鋼磁心、ギャップ付きのフェライト磁心、Moパーマロイ圧粉磁心、Fe-Al-Si圧粉磁心やギャップ付きのアモルファス磁心が用いられていた。これらの磁心の特性等については、たとえば日本応用物理学会第37回研究会資料P41~P58に記載されている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、フェライト磁心は飽和磁束密度が低いため直流重畳特性が悪い、ケイ素鋼は周波数におけるコア損失が大きい問題がある。また、Moパーマロイ磁心は直流重畳特性はフェライトより優れるものの飽和磁束密度は7~8KGであり、直流重畳特性も必ずしも十分ではない。

Fe系のアモルファス合金を用いたギャップ付きの磁心は、合金の曲歪が大きいためうなりを生じたり、合液やカットによる歪によりコア損失が増加したり、直流重畳特性の温度特性が悪い欠点がある。

Nb, Ta, Zr, Hf, Ti 及び Mo からなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、MはV, Cr, Mn, Al, 白金族元素, Sc, Y, Au, Zn, Sn, Re, Ag からなる群から選ばれた少なくとも1種の元素、XはC, Ge, P, Ga, Sb, In, BiおよびAsからなる群から選ばれた少なくとも1種の元素であり、a, x, y, z, α, β および r はそれぞれ、

$$0 \leq a \leq 0.3, 0.1 \leq x \leq 3, 0 \leq y \leq 25, \\ 3 \leq z \leq 15, 1.4 \leq y+z \leq 30, 1 \leq \alpha \leq 10, \\ 0 \leq \beta \leq 10, 0 \leq r \leq 10 \text{ を満たす。}$$

により表わされる組成を有し、組織の少なくとも50%が微細なbccFe固溶体の結晶粒からなり、各結晶粒の最大寸法で測定した粒径の平均が1000Å以下である合金薄帯あるいは合金膜から形成された磁心において、磁路の少なくとも1箇所以上にギャップをもうけた磁心が、透磁率の周波数特性、直流重畳特性、温度特性に優れかつコア損失も小さく、平滑チョークやノーマルモードチョーク等のチョークコイル用磁心に最適であることを見出し本発明に想到した。

本発明において、Cuは必須元素であり、その含有量 x は0.1~3原子%の範囲である。0.1原子%より少ないとCu添加によるコア損失低下の効果がほとんどなく、一方3原子%より多いとコア損失が未添加のものよりかえって大きくなることがある。また本発明において特に好ましいCuの含有量 x は0.5~2原子%であり、この範囲ではコア損失が特に小さく高透磁率のものが得られる。

本発明に係る合金は、前記組成の非晶質合金を溶湯から急冷することにより得る工程、あるいはスパッター法、蒸着法等の気相急冷法により得る工程と、これを加熱し微細な結晶粒を形成する熱処理工程に依って通常得ることができる。

Cuによるコア損失低下作用の原因は明らかではないが次のように考えられる。

CuとFeの相互作用パラメータは正であり、固溶度が低く分離する傾向があるため非晶質状態の合金を加熱するとFe原子同志またはCu原子またはCu原子同志が寄り集まり、クラスターを形成し組成ゆらぎが生じる。このため部分的に結晶化し

く、化合物相が形成しやすいため結晶化により磁気特性は劣化する。

Si及びBは合金の微細化および磁歪調整に有用な元素である。本発明の合金は、好ましくは、一旦Si、B添加効果により非晶質合金とした後で、熱処理により微細結晶粒を形成することにより得られる。Si含有量 y の限定理由は、 y が25原子%を超えると軟磁気特性の良好な条件では磁歪が大きくなってしまい好ましくないためである。Bの含有量 z の限定理由は、 z が3原子%未満では均一な結晶粒組織が得にくくコア損失が増加し劣化し好ましくなく、 z が15原子%を超えると軟磁気特性の良好な熱処理条件では磁歪が大きくなってしまい好ましくないためである。SiとBの総和量 $y+z$ の値に關しては、 $y+z$ が10原子%未満では非晶質化が困難になり磁気特性が劣化し好ましくなく、一方、 $y+z$ が30原子%を超えると飽和磁束密度の著しい低下およびコア損失の増加および磁歪の増加がある。より好ましいSi、B含有量の範囲は $10 \leq y \leq 25$ 、 $3 \leq z \leq 12$ 、

やすい領域が多数でき、そこを核とした微細な結晶粒が生成される。この結晶はFeを主成分とするものであり、FeとCuの固溶度はほとんどないため結晶化によりCuは微細結晶粒の周囲にはき出され、結晶粒周辺のCu濃度が高くなる。このため結晶粒は成長しにくいと考えられる。

Cu添加により結晶核が多数できることと、結晶粒が成長しにくいとため結晶微細化が起こると考えられるが、この作用はNb、Ta、W、Mo、Zr、Hf、Ti等の存在により特に著しく強められると考えられる。

Nb、Ta、W、Mo、Zr、Hf、Ti等が存在しない場合は結晶粒はあまり微細化されず軟磁気特性も悪い。

また本合金はFeを主成分とする微細結晶相が生ずるためFe基非晶質合金に比べ磁歪が小さくなっており、磁歪が小さくなることにより、内部応力一歪による磁気異方性が小さくなることも軟磁気特性が改善される理由の1つと考えられる。

Cuを添加しない場合は結晶粒は微細化されにく

$18 \leq y+z \leq 28$ であり、この範囲では -5×10^{-6} ~ $+5 \times 10^{-6}$ の範囲の飽和磁歪で低損失の合金が得られやすい。

特に好ましくは $11 \leq y \leq 24$ 、 $3 \leq z \leq 9$ 、 $18 \leq y+z \leq 27$ であり、この範囲では -1.5×10^{-6} ~ $+1.5 \times 10^{-6}$ の範囲の飽和磁歪で含浸等による劣化の小さい合金が得られやすく、含浸した磁心の温度特性も良好となる。

本発明に係る合金においてMはCuとの複合添加により析出する結晶粒を微細化する作用を有するものであり、Nb、W、Ta、Zr、Hf、Ti及びMoからなる群から選ばれた少なくとも1種の元素である。Nb等は合金の結晶化温度を上昇させる作用を有するが、クラスターを形成し結晶化温度を低下させる作用を有するCuとの相互作用により結晶粒の成長を抑え析出する結晶粒が微細化するものと考えられる。Mの含有量 α は $0.1 \leq \alpha \leq 10$ の範囲が望ましい。 α が0.1原子%未満ではコア損失が低いものが得にくく、10原子%を超えると飽和磁束密度の著しい低下を招くためである。好ましい α

の範囲は $2 \leq \alpha \leq 8$ であり、この範囲で特に低損失特性が得られる。

M の添加により、耐食性の改善、磁気特性の改善、又は磁歪調整効果等が得られる。

M が 10 原子% を超えると、飽和磁束密度の低下が著しい。

本発明の磁心において C, Ge, P, Ga, Sb, In, Be, As 等からなる群から選ばれた少なくとも 1 種の元素を 10 原子% 以下含む合金を使用できる。これらの元素は非晶質化に有効な元素であり、Si, B と共に添加することにより合金の非晶質化を助けたり、磁歪やキュリー温度調整に効果である。

残部は不純物を除いて実質的に Fe が主体であるが、Fe の 1 部は成分 M (Co 及び/又は Ni) により置換されていても良い。M の含有量は $0 \leq \alpha \leq 0.3$ であるが、0.3 を超えると磁歪が大きくなったり、コア損失が増加するためである。

本発明磁心に係る合金は bcc 構造の鉄固溶体を主体とする合金であるが、非晶質相や Fe_3B , Fe_3B , Nb 等の遷移金属の化合物、 Fe_3Si 規則相等を

含む場合もある。これらの相は磁気特性を劣化させる場合がある。特に Fe_3B 等の化合物相は軟磁気特性を劣化させやすい。したがってこれらの相はできるだけ存在しない方が望ましい。

本発明磁心に係る合金は 1000 \AA 以下の粒径の超微細な均一に分布した結晶粒からなるが、優れた軟磁性を示す合金の場合はその粒径が 500 \AA 以下の場合が多い。特に優れた軟磁性は $20 \sim 200 \text{ \AA}$ の平均粒径を有する場合に得やすく、チョークコイル用磁心に用いた場合優れた特性が得られる。

この結晶粒は $\alpha\text{-Fe}$ 固溶体を主体とするもので Si や B 等が固溶していると考えられる。合金組織のうち微細結晶粒以外の部分は主に非晶質である。なお微細結晶粒の割合が実質的に 100% になっても本発明磁心は十分に低いコア損失を示す。

なお、N, O, S 等の不可避的不純物や Ca, Sr, Ba, Mg 等については所望の特性が劣化しない程度に含有していても本発明の磁心に用いられる合金組成と同一とみなすことができるのはもちろんである。

熱処理温度及び時間は非晶質合金リボンからなる磁心の形状、サイズ、組成により異なるが一般的に結晶化温度より高い $450^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ で 5 分から 24 時間程度が望ましい。

熱処理の際の昇温や冷却の条件は状況に応じて任意に変えることができる。また同一温度または異なる温度で複数回にわけ熱処理を行ったり、多段の熱処理パターンで熱処理を行なうこともできる。更には、本合金は熱処理を直流あるいは交流の磁場中に行なうこともできる。磁場中熱処理により本合金に磁気異方性を生じさせることができる。

磁場は熱処理の間中かける必要はなく、本発明に係る合金のキュリー温度 T_c より低い温度だけ印加しても十分効果が得られる。本発明に係る合金のキュリー温度は非晶質の場合より熱処理により形成される主相のキュリー温度が上昇しており、非晶質合金のキュリー温度より高い温度でも磁場中熱処理が適用できる。また回転磁場中熱処理を熱処理工程の 1 部で行っても良い。また、熱処理

本発明の磁心に用いられる合金は、単ロール法、双ロール法、速心急冷法等により非晶質薄帯を作製後熱処理を行ない微細な結晶粒を形成する方法、蒸着法、スパッター法やイオンブレーティング等により非晶質膜を作製後熱処理し結晶化させる方法や回転液中紡糸法やガラス被覆紡糸法により、非晶質線を得た後熱処理し結晶化させる方法等いろいろな方法で作製することができる。したがって、本発明のチョークコイル用磁心は線、薄帯、膜などいろいろな形状のものを使用できる。しかし、一般的には薄帯を用いるのが最もチョークコイル用磁心としては適している。

本発明磁心を得る際行われる熱処理は内部歪を小さくすることと、微細結晶粒組織としコア損失を減少させるとともに磁歪を小さくする目的で行われる。

熱処理は通常真空中または水素ガス、窒素ガス、アルゴンガス等の不活性ガス雰囲気中において行なわれる。しかし場合によっては大気中等の酸化性雰囲気で行っても良い。

の鉄磁心に電流を流したり、高周波磁界を印加し合金を発熱させることにより磁心を熱処理することもできる。また磁場中熱処理の場合、熱処理を2段階以上で行うことができる。また、張力や圧縮力を加えながら熱処理を行ない磁気特性を調整することもできる。

本発明のチョークコイル用磁心は次のようにして通常作製される。

まず、前述のように単ロール法、双ロール法等により非晶質薄帯を作製し、トロイダル状に巻き回したり、E型、I型、コの字型、U型、C型等の形状にホットエッチング、プレスあるいは切断などにより成形し、前述のように熱処理した後、含浸や積層し接着する等の工程を行った後、トロイダル巻磁心の場合はスライサー等によりギャップを形成したり、切断しカットコアとする。積層磁心の場合は必要に応じて切断する場合があるが、通常は組合せコアとし、磁路の1部にスペーサーを入れたり空間をもうけることによりギャップを形成する。カットコアの場合は、つぎ合わせ面に

ト磁心、パーマロイ磁心、アモルファス磁心等と前述のギャップが磁路の少なくとも1箇所以上にもうけられた磁心を複合したものも良好な非線形の直流重畳特性を得ることができる。高透磁率磁心として、フェライトボビンやケースを使用した場合は、非線形特性が得られる上に磁心を保護する効果もありより好ましい。

また、前記ギャップ付き磁心のギャップ近傍に高透磁率磁心たとえばフェライト、アモルファス、パーマロイ等を配置する（はりつけたり、巻いたりすることによっても非線形の直流重畳特性を得ることができる。

また、ギャップを磁心の1部がつながるように部分的にギャップを形成した場合も非線形の直流重畳特性を得ることができる。

チョークコイル用の本発明磁心を更に小型にし使用するためにはギャップ部にSm-Co磁石やFe-Nd-B磁石等を配置しバイアス磁界を印加し有極チョークにすることもできる。この場合直流重畳特性はある方向に直流を重畳した場合著しく改

スペーサーを配置しギャップを形成する。

ギャップは磁心の磁気飽和を防ぎ、直流重畳特性を改善するために形成される。巻磁心の場合は含浸した方がギャップを精度よく形成するのが容易となり好ましい結果が得られる。

また、ギャップ部にスペーサーを配置することは、ギャップ幅の変動を小さくできばらつきの小さいチョークコイル用磁心を得ることができ好ましい。

また、スイッチング電源等の平滑チョークに用いる場合、低電流の場合に出力電圧が上昇する問題を解決するため、低電流時にインダクタンスが大きくなるような非線形特性を有するチョークコイルが要求される場合がある。

このような目的に対しては、次の様な構造の磁心が好ましい。

1つの構造としてはスペーサーに飽和磁束密度が低い板状のフェライト磁心を用いた磁心であり、フェライトが先に飽和し非線形特性が得られる。

また、高透磁率磁心たとえば閉磁路のフェライ

特される。

本発明磁心は巻磁心や積層磁心等が含まれ、特に高周波で使用したり、広幅の合金薄帯を使用する場合に合金薄帯表面の1部または前面に絶縁層を形成した方がコア損失を低減できるため好ましい結果が得られる。この絶縁層は合金薄帯の片面でも両面でも良いのはもちろんである。

形成する絶縁層の形成方法はたとえば SiO_2 、 MgO 、 Al_2O_3 等の粉末を浸漬、スプレー法や電気泳動法により付着させたり、スパッター法や蒸着法で SiO_2 や窒化物等の膜をつける、あるいは実性アルキルシリケートを含むアルコール溶液に酸を添加し、この溶液を塗布し乾燥させたり、フォスファイト(Mg_2SiO_4)層を熱処理により形成させたりする方法、Cr酸化物を形成する方法がある。また、 SiO_2 - TiO_2 系金属アルコキシド部分加水分解ゾルに各種セラミックス粉末原料を混合したものを塗布する、合金薄帯を浸せきした後乾燥加熱する、テラノポリマーを主体とする溶液を塗布あるいは浸せき後、加熱する、リン酸塩溶液

を塗布後加熱すること等により絶縁層を形成することができる。また熱処理により表面にSi等の酸化物層や窒化物層を形成したり、薬品により表面処理し酸化物層や窒化物層を形成し絶縁層を合金表面に形成することができる。

巻磁心の場合、前記合金薄帯と絶縁テープを重ねて巻回し層間絶縁を行うこともできる。

絶縁テープとしてはポリイミドテープやセラミックス繊維製のテープ、ポリエステルテープ、アラシドテープ、ガラス繊維製のテープ等を使用することができる。

耐熱性の優れたテープを使用する場合は前記合金薄帯と同組成の非晶質合金薄帯を重ねて巻回し巻磁心とした後熱処理し合金を結晶化させることにより本発明磁心を得ることができる。

また、高さの高い磁心の場合はギャップ部からのめれ磁束により生ずる渦電流損失を低減するために、巻磁心の高さ方向に複数個の巻磁心を重ね合わせ一体化した構造とした方が好ましい。

積層磁心の場合は、前記合金薄帯の一層あるい

る。

単ロール法で作製された合金薄帯を用いた巻磁心の場合、薄帯作製の際ロールと接触した面を内側にしても、外側にしても良いが、絶縁テープと重ねて巻く場合はロールと接触した面を外側にしても良い方が巻磁心作製が容易であり磁心の占積率を上げることができる。

また巻磁心を作製する場合、張力をかけながら薄帯を巻いた方が占積率が上がり好ましい結果が得られる。

巻磁心を作製する際巻初め及びまたは巻終りの部分は固定されている方が望ましく、固定方法としてはレーザー光照射あるいは電気エネルギーにより局部的に溶融し接合する方法や耐熱性の接着剤あるいはテープにより固定する方法がある。

このような方法を行なった磁心は熱処理の際巻磁心の形がくずれにくく熱処理後の取扱いも容易であり好ましい結果を得ることができる。

本発明磁心は使用する薄帯表面をメッキしたりコーティングして耐食性等を改善することもでき

は複数層ごとに薄板状の絶縁物を挿入し層間絶縁を行うこともできる。この場合は可塑性のない絶縁物を使用することもできる。たとえば、セラミックス板やガラス板、雲母板等を挙げることができる。この場合も耐熱性の優れた絶縁物を使用した場合、前記合金薄帯と同組成の非晶質合金薄帯の一層あるいは複数層ごとに薄板状の絶縁物を挿入し複数層した後熱処理を行ない結晶化させ本発明磁心を得ることもできる。

本発明磁心は、含浸しても従来のFe基アモルファス磁心のような著しい特性劣化がない特徴があり、含浸した後ギャップを形成したギャップ付き磁心、カットコア等の本発明磁心は、優れた特性のものとして得ることができる。含浸は通常は熱処理後に行われるが、耐熱性のある含浸剤を用いた場合は熱処理前に含浸しても良い。この場合硬化を熱処理と兼ねて行うこともできる。

含浸材としてはエポキシ系樹脂、ポリイミド系樹脂、変性アルキルシリケートを主成分とするワニス、シリコン系樹脂等を使用することができ

る。また絶縁物からなるボビンやケースに入れたり磁心の周面をコーティングすることにより、さびによる特性劣化、破損等を防いだり、チョークコイルを作成する際巻線との絶縁をとることができる。

ボビンやケースの材質としては、フェノール樹脂やセラミックスを挙げることができる。ボビンとしては金属たとえばアルミニウムやステンレスを使用する場合もあるがこの場合は更にコーティングする場合が多い。

コーティング材としてはエポキシ系樹脂等を使用することができる。

特にさびが問題となる場合はシリコンオイル等につけた方が好ましい。ケースやボビンを使用する場合は緩衝剤としてシリコンゴムやグリースを充填する場合もある。

また大型の磁心やカットコアの場合、中心部あるいは外周部に金属を配置し変形や損傷を防いだり、外周部を金属バンドでしめ固定する等により変形を防ぐ等の方法も行なえる。

また絶縁テープを磁心周囲に巻くことにより、さびを防いだり、損傷を防ぐ、電気的絶縁を行うこともできる。

薄膜化した本発明磁心の場合も切断しギャップを形成したり、磁路の1部に本発明に係る合金膜が形成されない部分をつくり、ギャップを形成することによりチョークコイルに適する合金膜からなる磁心を得ることができる。また、高周波特性を改善するために SiO_2 等の絶縁層を介して積層膜として使用することもできる。

【実施例】

以下、本発明を実施例によりさらに詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

実施例1

原子%でCu 1%, Si 13.5%, B 9%, Nb 3%及び、残部実質的にFeからなる組成の溶湯から、単ロール法により幅5mm、厚さ18 μm のリボンを作製した。このリボンのX線回折を行ったところ非晶質特有のハローパターンが得られほとんどが

著しく小さい。

このため高信頼性でかつ高性能小型のチョークコイルを作製することができる。

また、第4図にコア損失の周波数依存性を示す。本発明磁心はFe基アモルファス磁心よりコア損失が小さく、磁心の発熱が小さいため熱設計の点でも有利である。

なお熱処理を行った本発明に係る合金の組織は第5図に示すように100~200 \AA の粒径の超微細なbcc Fe固溶体結晶粒を主体とした合金であることが確認された。

このように本発明磁心は直流重畳特性に優れ、温度特性も良好であり、コア損失も低いため平滑チョークやノーマルモードチョークに最適である。

実施例2

原子%でCu 1%, Si 13%, B 8%, Nb 3%, Cr 1%及び残部実質的にFeからなる組成の溶湯から、幅10mm、厚さ15 μm のリボンを作製した。次にこの薄帯表面に電気泳動法により MgO 粉末を付着させ絶縁層を形成しながら第6図に示すような

非晶質相からなることが確認された。

次にこの合金薄帯を外径18mm、内径11mmに巻き回し、巻磁心とし窒素ガスを流し550℃に昇温した管状炉に入れ1時間保持後炉から取り出し空冷した。次にこの巻磁心をエポキシ系樹脂で真空含浸し、硬化後外周スライサーにより切断しギャップを形成し、更にギャップ部に0.5mmの非磁性のスペーサーをはさみ、第1図のような形の本発明チョークコイル用磁心を作製した。磁心は更にエポキシ樹脂を用い粉体コーティングを行ない、0.8mm ϕ の巻線を30ターンほどとし、直流重畳特性を測定した。得られた結果を第2図に示す。なお比較のため従来の磁心の直流重畳特性も示す。また第3図にFe基アモルファスを用いたチョークコイル用磁心と本発明磁心の室温および100℃の直流重畳特性を示す。

図からわかるように本発明磁心の直流重畳特性は従来のMoパーマロイ圧粉磁心、フェライト磁心、Fe圧粉磁心等より著しく優れており、Fe基アモルファス磁心と比較し、直流重畳特性の温度変化が

形の巻磁心を作製した。

次にこの巻磁心を530℃で1時間Arガス中で熱処理し室温まで冷却した。なお、用いた合金の組織は実施例1と同様であった。

次にこの巻磁心をエポキシ樹脂で真空含浸し、硬化させ、中央部を切断しカットコアを作製した。次に切断面を平研し0.2mmの非磁性スペーサーを介し第7図に示すような本発明磁心を作製した。実効透磁率 μ_e の周波数依存性を第8図に示す。なお比較のため従来のギャップ付きFe基アモルファス磁心、Moパーマロイ圧粉磁心の μ_e の周波数依存性も示す。

本発明のチョークコイル用磁心の μ_e の値は広い周波数範囲にわたりMoパーマロイ圧粉磁心等より高く、周波数特性が良好である。

実施例3

幅25mm、厚さ20 μm のFe₈₀Cu₁Nb_{1.5}Si_{13.5}B₇合金薄帯を単ロール法により作製し、ホットエッチングによりE型の形の薄帯を作製し Al_2O_3 粉末を溶かしたアルコール溶液中につけ表面に絶縁層を形

成し、次にこれを550℃で1時間熱処理した。なお、用いた合金の組織は実施例1と同様であった。次にこのE型の薄帯表面にエポキシ系の接着剤を塗布し積層し硬化させ、第9図に示すようなギャップを有する本発明のEE型コアを作製した。比較のため同様の形のFe基アモルファス磁心を作製し巻線をほどこしたボビンに中央部にはめ、スイッチング電源の平滑チョークに用い温度上昇を測定した。その結果、本発明磁心の温度上昇は36℃、Fe基アモルファス磁心は43℃であり、本発明磁心の方が温度上昇が低かった。

実施例4

原子%でCu 1%, Si 17%, B 6.5%, Ge 0.5%, Nb 3%及び残部実質的にFeからなる組成の溶湯から、幅5mm、厚さ18μmのアモルファスリボンを作製した。次にこのリボンを外径18mm、内径11mmに巻き回しトロイダル磁心を2個作製し、530℃で1時間熱処理し、エポキシ樹脂で含浸した。なお、熱処理後の合金のミクロ組織は実施例1と同様であった。次に1つの磁心は外

れ、直流重量特性を測定した。その結果実施例4と同様な非線形特性が得られた。

実施例6

原子%でCu 1%, W 3%, Si 13%, B 8%, Ga 1%の組成の合金溶湯から幅5mm、板厚18μmのアモルファス合金リボンを作製後、外径21mm、内径16mmのトロイダル磁心を作製し、530℃で1時間熱処理を行った後ワニスで含浸し、更に外周スライサーにより0.5mmのギャップを形成し、0.5mmの板厚のMn-Znフェライト板をスペーサーとしてギャップ部にはさみ込んだ。熱処理後の合金リボンは実施例1と同様超微細な結晶粒を主体とする組織を有していた。

次にこの磁心をフェノール樹脂製のケースに入れ、直流重量特性を測定した。その結果実施例4、実施例5と同様な非線形の直流重量特性を示すことが確認された。

実施例7

原子%でCu 1.5%, Mo 3%, Si 14%, B 8%, Al 1%の組成の合金溶湯から幅5mm、板厚15

周スライサーにより0.5mmのギャップを形成し、非磁性スペーサーを入れもう一方の磁心はギャップを形成せず、この2つの磁心を2段に重ね接着し複合コアを形成した。次にこの磁心をエポキシ樹脂により粉体コーティングし、直流重量特性を測定した。得られた結果を第10図に示す。

図からわかるように低電流側のインダクタンスが高い非線形特性を示すため、スイッチング電源の平滑チョーク等に適する。

実施例5

原子%でCu 1.5%, Mo 3%, Si 13.5%, B 9%, Ti 0.5%の組成の合金溶湯から幅10mm、板厚20μmのアモルファスリボンを作製した。次にこの磁心を外径18mm、内径11mmに巻き回しトロイダル磁心とし、変成アルキルシリケートを主成分とする無機ワニスで含浸し、520℃で1時間熱処理後外周スライサーで第11図に示すような部分ギャップを形成した。なお、熱処理後の合金のミクロ組織は実施例1と同様であった。

次にこの磁心をフェノール樹脂製のケースに入

れ、μmのアモルファス合金リボンを単ロール法により作製後、外径21mm、内径16mmのトロイダル磁心を作製し、520℃で1時間熱処理後、ポリイミド樹脂で含浸後0.5mmのギャップをスライサーにより一ヶ所作製し、ギャップにスペーサーを入れ、ギャップを固定した後、Mn-Znフェライト製のコアケースに入れ、直流重量特性を測定した。その結果実施例6と同様、低電流側でインダクタンスの高い非線形の直流重量特性を示すことが確認された。なお、熱処理後の磁心材は実施例1と同様の超微細な結晶粒組織であった。

実施例8

原子%でCu 1%, Nb 3%, Si 7%, B 9%, Co 10%, 残部Feからなる組成の合金溶湯から双ロール法により、幅10mm、厚さ28μmのアモルファスリボンを作製した。

次にこの合金表面に変成アルキルシリケートを主成分とするワニスを塗布しながら、実施例2と同様の形状の巻磁心を作製した。次にこの巻磁心を、550℃で1時間N₂ガス中で熱処理し室温まで

冷却した。熱処理後の合金のミクロ組織は実施例1と同様であった。

次に、この巻磁心を中央部で切断しカットコブを作製した。次いでカット面をラップした後、0.3mmの非磁性スペーサーを介して接合し、更に磁歪がほぼ零の $\text{Co}_{0.7}\text{Fe}_{0.3}\text{Mo}_{1.5}\text{Si}_{15.5}\text{B}_{11}$ アモルファス合金リボンをギャップ部に巻きつけ、巻線を行ない直流重畳特性を測定した。

その結果、低電流側でインダクタンスが大きい非線形特性が得られ非線形チョークに好適であることが確認された。

実施例9

原子%で Cu 0.9%, Nb 2%, Si 13.5%, B 9%, V 1% 残部 Fe の組成を有する合金溶湯から幅10mm、厚さ17μmのアモルファス合金薄帯を作製し、実施例2と同様な方法でU型のカットコブを作製し、 Sm-Co 磁石をつき合わせ面に接合し、2つのU型コブをつき合わせ、固定した後、巻線を行ない直流重畳特性を測定した。

得られた結果を第12図に示す。

第 1 表

点	合金組成 (at%)	ΔL (%)
1	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_7\text{B}_9\text{Nb}_2$	-21
2	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_2\text{B}_{13}\text{Nb}_2$	-22
3	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_2\text{B}_9\text{Nb}_2$	-15
4	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_2\text{Si}_{10}\text{B}_9\text{Nb}_2$	-2.3
5	$(\text{Fe}_{60}\text{Co}_{40})_{61}\text{Cu}_{1.5}\text{Si}_{17.5}\text{B}_9\text{Nb}_{2.5}\text{Al}_2$	-1.7
6	$(\text{Fe}_{60}\text{Co}_{40})_{61}\text{Cu}_2\text{Si}_{10}\text{B}_7\text{Nb}_2\text{Ru}_2$	-2.2
7	$(\text{Fe}_{60}\text{Ni}_{40})_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_{14}\text{B}_9\text{Nb}_{2.5}\text{Pt}_1$	-12.8
8	$(\text{Fe}_{60}\text{Ni}_{40}\text{Co}_{40})_{61}\text{Cu}_{1.5}\text{Si}_2\text{B}_9\text{Nb}_2\text{Sc}_{0.5}$	-20
9	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_{10}\text{B}_9\text{Nb}_2\text{Sn}_1\text{C}_1$	-15
10	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_2\text{B}_{13}\text{Mo}_1\text{V}_1\text{Ge}_1$	-23
11	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_{10}\text{B}_4\text{Mo}_2\text{Mn}_1\text{Po}_{1.1}$	-2.2
12	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_{2.5}\text{Si}_{11}\text{B}_5\text{W}_2\text{Y}_{0.5}\text{Ga}_1$	-2.0
13	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_{12}\text{B}_9\text{Ta}_2\text{Au}_1\text{In}_{0.5}$	-10.3
14	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_2\text{Si}_{11}\text{B}_9\text{Nb}_7\text{Re}_{0.5}\text{Ag}_{0.5}$	-0.8
15	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_{10}\text{B}_7\text{W}_1\text{Be}_{0.5}$	-3.0
16	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_{10}\text{B}_9\text{Nb}_2\text{Hf}_1\text{Sb}_{0.5}$	-2.6
17	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_{10}\text{B}_7\text{Nb}_2\text{Ti}_{0.5}\text{Ru}_2$	-3.8
18	$\text{Fe}_{61}\text{Cu}_1\text{Si}_{12}\text{B}_9\text{Nb}_2\text{Zr}_1$	-7.5
従来例	$\text{Fe}_{61}\text{Si}_{10}\text{B}_9$ アモルファス	-42
	$\text{Fe}_{61}\text{Nb}_1\text{Si}_{10}\text{B}_9$ アモルファス	-36

永久磁石をギャップ部に配置することにより有極特性となり、直流重畳特性が改善され、大電流側まで高いインダクタンスが得られることが確認された。

実施例10

第1表に示す組成の微細結晶粒組織からなる本発明合金からなる外径18mm、内径11mm、ギャップ0.5mmの含浸した巻磁心を作製し、30ターン0.7mmφの巻線を行ない、Aの直流重畳電流を流した場合の25℃のインダクタンス L_{25} と、100℃のインダクタンス L_{100} を測定し、変化率 $\Delta L = \frac{L_{100} - L_{25}}{L_{25}} \times 100$ を求めた。得られた結果を第1表に示す。本発明のチョークコイル用磁心はインダクタンスの温度変化が従来のFe基アモルファスを用いたチョークコイル用磁心に比べて著しく小さく、温度特性が優れている。

〔発明の効果〕

本発明によれば、透磁率の周波数特性、直流重畳特性、温度特性に優れ、かつコア損失が小さい新規のチョークコイル用磁心を得ることができ、小型で信頼性の高いチョークコイルを得ることができるため、その効果は著しいものがある。

4 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係るチョークコイル用磁心の一実施例を示す概略図、第2図は本発明に係る磁心の直流重畳特性の一例を従来の磁心と比較した図、第3図は本発明に係る磁心と従来のFe基アモルファス合金からなるチョークコイル用磁心の25℃および100℃の直流重畳特性を示した図、第4図は本発明に係る磁心と、従来のチョークコイル用磁心のコア損失の周波数依存性を示した図、第5図は本発明に係る合金の透過電子顕微鏡により観察した組織の概略図、第6図は本発明磁心を作製する中間段階で形成される巻磁心の一実施例を示した図、第7図は、本発明に係るチョークコイル用磁心の一実施例を示す図、第8図は本発明に

係る磁心および従来のチークコイル用磁心の実効透磁率 μ_e の周波数依存性の一例を示した図、第9図は本発明に係る非線形特性を示すチークコイル用磁心の一実施例を示す概略図、第10図は本発明に係る非線形特性を示す磁心の直流重畳特性の一例を示した図、第11図は本発明に係る非線形特性を示す磁心の一実施例を示す概略図、第12図は本発明に係る有極チークコイル用磁心と通常の有極でないチークコイル用磁心の直流重畳特性の一例を示した図である。

出願人 日立金属株式会社

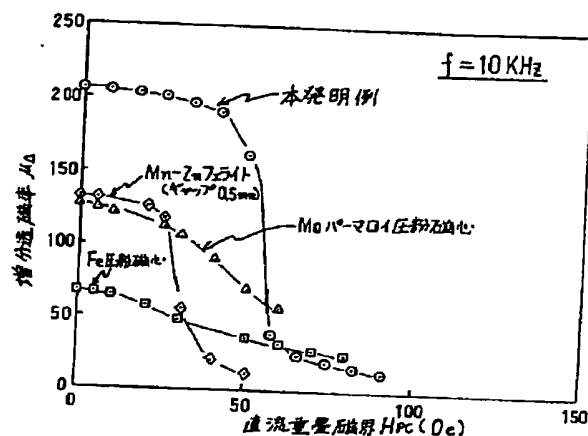


第1図

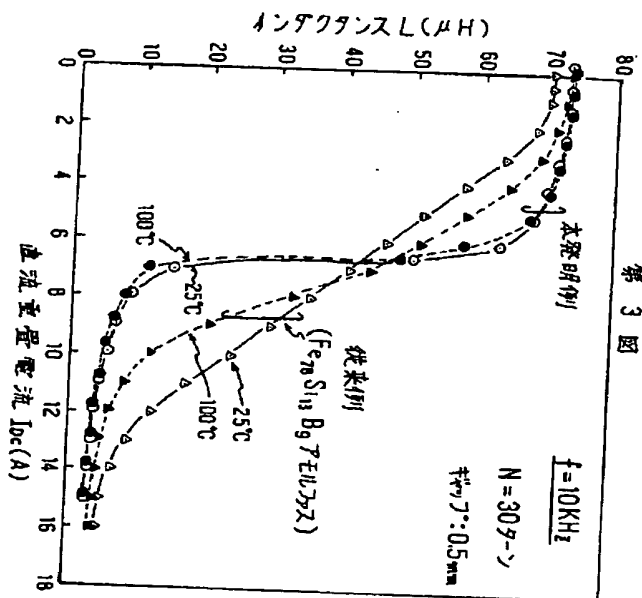
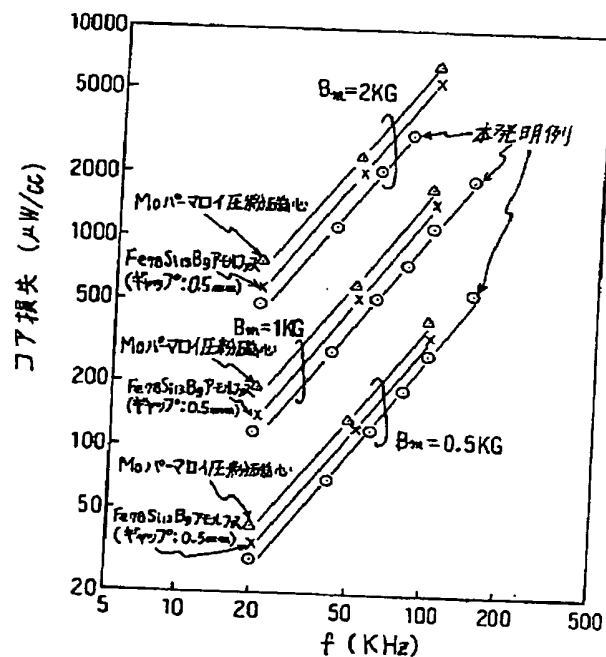


非線形スパーサ

第2図

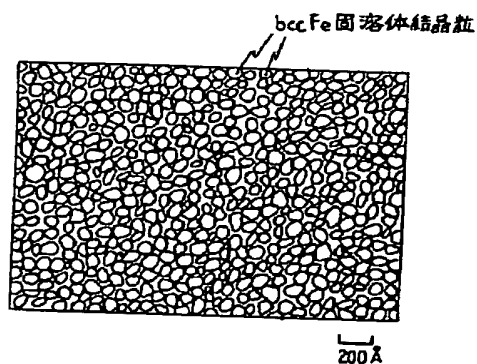


第4図

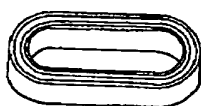


第3図

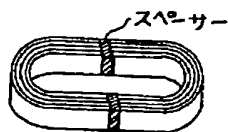
第 5 図



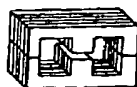
第 6 図



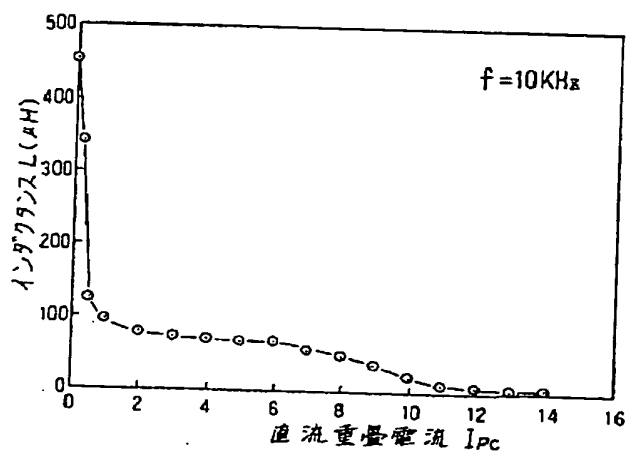
第 7 図



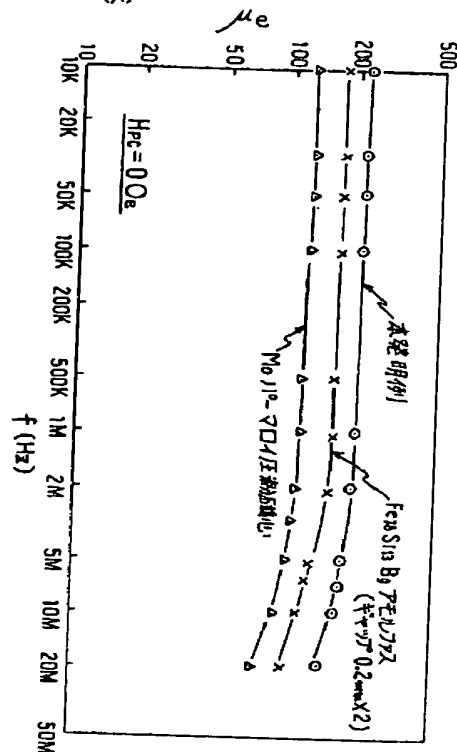
第 9 図



第 10 図

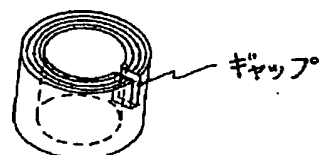


08



第 8 図

第 11 図



手続補正書 (自発)

昭和 63. 6. 24 日

特許庁長官 殿

事件の表示

昭和 62 年 特許願 第 328123 号

発明の名称

チョークコイル用磁心

補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

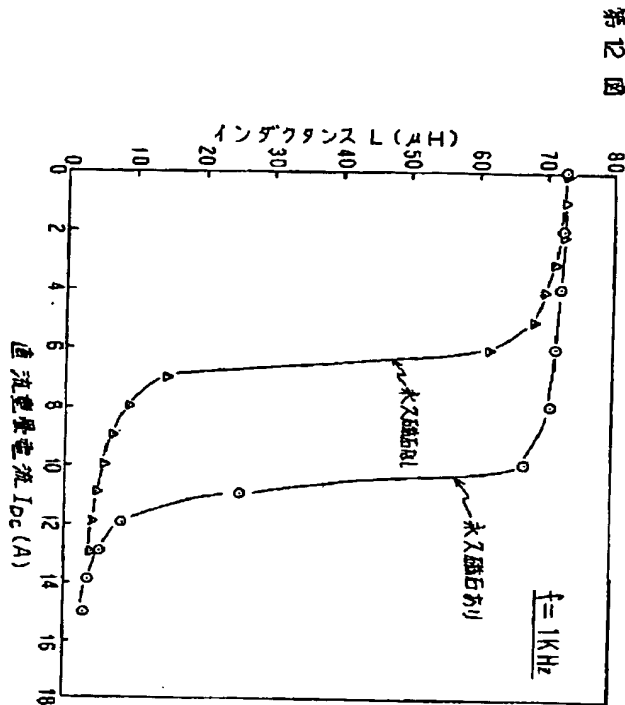
名称 (508) 日立金属株式会社

電話 東京 284-4642

代表者 松野 浩二

補正の対象 明細書の「発明の詳細な説明」の欄

補正の内容 別紙の通り



補正の内容

明細書の「発明の詳細な説明」の欄の記載を次のごとく補正する。

1. 第9頁第12行の「15原子%」を「17原子%」に訂正する。
2. 第14頁第14～15行の「温度だけ印加しても」を「温度で印加すれば」に訂正する。
3. 同頁第20行の「1部」の後に「または全部」を挿入する。

以上